

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию

Кожухина Игоря Валерьевича

на тему: «Методы и алгоритмы построения базы знаний системы защиты оптико-электронной аппаратуры от антропогенных частиц», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.01 – Системный анализ, управление и обработка информации (в промышленности)

Актуальность темы диссертации

Тема диссертации связана с обеспечением безопасности и повышением живучести автономного космического аппарата (КА) в условиях воздействия антропогенных частиц путём разработки и внедрения специализированной базы знаний. Под живучестью КА понимается его способность выполнять свои основные функции, несмотря на полученные повреждения путём адаптации к новым условиям. Актуальность проблемы обеспечения безопасности КА определяется, в первую очередь, существенным увеличением вероятности таких повреждений в последние годы. Это обусловлено ростом в геометрической прогрессии объёмов космического мусора, т.е. числа искусственных объектов и их фрагментов в космосе, которые уже не функционируют или неисправны, но продолжают находиться на орбите, двигаются со скоростью более 20000 км/ч и являются опасными источниками воздействия на КА. Угроза катастрофического воздействия антропогенных частиц (АЧ) становится всё более реальной, а сам механизм их воздействия на КА, в частности, на их оптико-электронные системы (ОЭС), остаётся малоизученным и характеризуется высокой степенью неопределённости. Поэтому построение алгоритмов функционирования систем управления КА в условиях исходной неопределённости значений параметров АЧ остаётся важнейшей и чрезвычайно сложной задачей

В большинстве известных работ защита КА создавалась для крупных АЧ, когда управление сводилось к проведению маневра уклонения при угрозе столкновения с АЧ, а задача автоматического прогнозирования угрозы и результатов воздействия АЧ, что необходимо для принятия адекватных мер защиты и синтеза так называемых барьеров безопасности, фактически не решалась. Таким образом, тема исследования, предполагающая развитие и

использование методов и средств искусственного интеллекта, в частности, разработку специализированных баз знаний для защиты от АЧ, весьма актуальна и имеет большое практическое значение.

Объектом исследования является проблема безопасности космического аппарата в условиях воздействия антропогенных частиц, а **Предмет исследования** составляет разработка методов и алгоритмов прогнозирования результатов воздействия АЧ, а также оценка и выбор барьера безопасности КА при угрозе столкновения.

Структура и объём работы.

Диссертация И.В.Кожухина состоит из введения, трех глав, заключения, библиографического списка, включающего 97 источников. Она содержит 186 страниц текста, в том числе содержание, список литературы и приложения.

Во введении обоснована актуальность диссертационного исследования, сформулированы его объект и предмет, цель и задачи, указаны компоненты научной новизны и прикладной значимости, содержатся сведения о практическом использовании научных результатов и представлены основные положения, выносимые на защиту.

В первой главе проведён анализ теоретических и практических вопросов обеспечения безопасности КА от воздействия антропогенных частиц в современных условиях, выявлены основные недостатки существующих средств наблюдения и защиты КА от воздействия АЧ, обоснованы применение методов искусственного интеллекта и разработка комплексной интеллектуальной информационной системы (КИИС) для автономного функционирования КА. Проведен анализ известных моделей представления знаний и способов построения баз знаний для КИИС. Выявлены недостатки существующих подходов, предложен оригинальный подход, основанный на применении гибридных моделей, объединяющих методы интеллектуального анализа данных и лингвистической аппроксимации при построении базы знаний. Сформулирована научная задача исследования.

Во второй главе изложено основное содержание проведённых исследований и описаны полученные результаты. Предложена гибридная нейро-нечёткая модель знаний. Разработаны алгоритмы: прогнозирования результатов воздействия АЧ, обучения базы знаний (БЗ) прогнозированию условий и результатов воздействия АЧ, оценки эффективности и выбора барьера безопасности КА от воздействия АЧ. Здесь отличительной

особенностью алгоритма обучения БЗ является то, что метод обратного распространения ошибки при обучении ННС последовательно применяется в два этапа: для подстройки параметров сети при модификации её синаптического пространства (для настройки БЗ) и для подстройки входного вектора через градиент функции ошибки по входным параметрам сети (что позволяет подбирать на входе сети новые сочетания значений параметров или примеры, для которых остается истинным выбранный критерий повреждения).

На базе принципа Беллмана-Заде решена задача оценки эффективности и выбора барьера безопасности. Построен алгоритм упорядочивания реализованных барьеров по параметрам оценки с учетом их важности.

Совокупность разработанных диссертантом алгоритмов составляет основное содержание методики построения БЗ КИИС, которая обеспечивает прогнозирование результатов воздействия объектов АЧ и оценки эффективности барьеров безопасности на всём множестве альтернативных барьеров безопасности, а также проведение в автоматическом режиме обучения БЗ для учёта изменений в предметной области (условий воздействия АЧ и важности параметров барьера безопасности КА).

В третьей главе представлены результаты экспериментальных исследований и подтверждение теоретических положений работы. Для этого разработана программная реализация методики построения БЗ КИИС и проведена оценка результатов, полученных с использованием прототипа КИИС. Описана программная оболочка «БЛИЦ» предназначенная для построения модуля интеллектуального прогнозирования на базе нечёткой логики.

В Заключение диссертационной работы сформулированы полученные диссертантом научные результаты и основные выводы.

Структура и содержание глав диссертации подтверждают научно-обоснованный подход автора к решению поставленных задач в ходе диссертационного исследования.

Научная новизна работы заключается в разработке методики построения БЗ комплексной интеллектуальной системы защиты от АЧ, позволяющей проводить ее автоматическую настройку на изменения в предметной области, анализировать и прогнозировать результаты

воздействия антропогенных частиц, а также автоматически оценивать эффективность защиты и проводить выбор барьера безопасности КА.

На защиту вынесена модель знаний по обеспечению безопасности КА при воздействии АЧ, построенная на основе гибридного продукционно-сетевого формализма в виде семантической нейро-нечёткой сети. Она позволяет использовать знания на естественном языке и проводить обучение в масштабе времени, близком к реальному.

Практическая ценность диссертации заключается в возможности использования вышеописанной методики для расширения функционала аппаратно-программных средств КА на этапе разработки и производства. Применение разработанных алгоритмов прогнозирования результатов воздействия АЧ, оценки и выбора барьера безопасности КА в составе бортовых аппаратно-программных комплексов и их реализация в цикле работы бортового компьютера позволит решать задачу обеспечения безопасности КА в автоматическом режиме. При этом повышается обоснованность формируемых барьеров безопасности КА при возможном воздействии АЧ, путем прогнозирования результатов воздействия и уточнения эффективности барьеров безопасности с учетом складывающейся обстановки.

Достоверность результатов диссертации подтверждена корректным применением вышеперечисленных научных методов при проведении расчетов по реальной статистической информации о воздействии высокоскоростных частиц на различные перспективные материалы, применяемые в космической промышленности.

Теоретические положения и практические результаты, а также выводы диссертационной работы вполне обоснованы, что подтверждается корректным применением методов теории нечеткого управления, теории оптимизации, анализом соотношений новых результатов с известными теоретическими положениями и статистическими данными. Принятые в работе авторские решения основаны на результатах практических испытаний, современных методах системного анализа, моделирования, обработки информации и управления.

Несомненными достоинствами работы являются: последовательность и конкретность изложения материалов диссертации, единство и взаимосвязь её составных частей; достаточный объём вычислительных экспериментов,

проведённых на основе специально разработанной для этого методики. Приведенные графические зависимости наглядно иллюстрируют эффективность и реализуемость предложенных решений, а также их работоспособность в случае использования при разработке перспективных ОЭС. Наличие свидетельства о государственной регистрации программы для ЭВМ и акта промышленного внедрения – это также большие плюсы.

Основные замечания по диссертационной работе.

1. Отсутствует оценка вычислительной сложности предложенных алгоритмов.

2. При определении темпоральных зависимостей автор использует статистические данные, полученные только для наземных испытаний, что несколько снижает доверие к полученным оценкам.

3. В тексте работы имеются неточные и спорные формулировки. В частности, в разделе 2.1 на с.55 указано, что «представление знаний – это формализация убеждений посредством схем, записей или языков». Иными словами, согласно автору, знание – это просто формализованное убеждение (мнение). Это не соответствует классическому статусу знаний в искусственном интеллекте: «знание есть обоснованное, истинное убеждение». Далее на с.57-58 отсутствуют конкретные примеры, необходимые для пояснения компонентов матрицы знаний.

4. Подраздел 2.1.3 посвящён разработке гибридной системы на основе интеграции нечёткой логики и нейронной сети. Нейро-нечёткие системы и модели – это хорошо развитая научная область: в ней среди зарубежных публикаций можно отметить работы Н.Касабова, Б.Коско, В.Педрича, К.Хирота, Р.Ягера, а в России – публикации одного из ведущих российских специалистов А.Н.Аверкина с соавторами, а также известные монографии представителей двух отечественных научных школ – школы Н.Г.Ярушкиной и школы В.В.Борисова. Например, книги «Основы теории нечётких и гибридных систем» (2004г.) и «Нечёткие гибридные системы»/ под ред. Н.Г.Ярушкиной (2007г.), монография В.В.Борисова и соавторов «Нечёткие модели и сети» (2012г.).

На с.62 представлена структура нейро-нечёткой сети. Но таких архитектур много. Автору следовало бы пояснить, какую из них он имеет в виду – ANFIS, NNDFR, NNFLC, GARIC, Fuzzy Net (см., например, «Основы

теории нечётких и гибридных систем») – а лучше, провести их сравнительный анализ и обосновать выбор конкретной архитектуры.

5. В диссертационной работе и в автореферате отсутствует список условных обозначений, что несколько затрудняет её восприятие.

Эти замечания не снижают общей положительной оценки работы.

Соответствие автореферата основному содержанию диссертации.

Автореферат диссертационной работы вполне соответствует её основному содержанию диссертации и адекватно отражает ее основные положения и результаты.

Соответствие диссертации и автореферата требованиям ГОСТ Р 7.0.11-2011

Структура диссертации и ее оформление, а также структура автореферата и его оформление в основном соответствуют требованиям ГОСТ Р 7.0.1.11-2011 «Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Диссертация и автореферат диссертации. Структура и правила оформления».

Заключение о соответствии диссертации критериям, установленным «Положением о присуждении ученых степеней» по пунктам 10, 11 и 14

Диссертация Кожухина И.В. на соискание ученой степени кандидата технических наук соответствует критериям, установленным «Положением о присуждении ученых степеней»:

- по пункту 10: работа написана автором самостоятельно, обладает внутренним единством, содержит новые научные положения, выдвигаемые для публичной защиты, свидетельствует о личном вкладе автора диссертации в науку. Предложенные автором решения аргументированы и оценены по сравнению с другими известными решениями;

- по пункту 11: основные научные результаты диссертации опубликованы автором в виде двух статей в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК РФ;

- по пункту 14: в диссертации соискатель надлежащим образом ссылается на авторов и источники заимствования материалов и отдельных результатов. В диссертации соискатель использует результаты научных работ, выполненных им лично и в соавторстве, и отмечает это обстоятельство.

Общее заключение

Диссертация Кожухина И.В. на соискание ученой степени кандидата технических наук является завершённой научно-квалификационной работой, в которой содержится решение актуальной научной задачи, связанной с разработкой перспективного метода обработки информации для защиты оптико-электронных систем от антропогенных частиц. Решение данной задачи имеет существенное значение для развития области исследований специальности 05.13.01 – Системный анализ, управление и обработка информации (в промышленности) по следующим пунктам паспорта специальностей научных работников: «4. Разработка методов и алгоритмов решения задач системного анализа, оптимизации, управления, принятия решений и обработки информации; 5. Разработка специального математического и алгоритмического обеспечения систем анализа, оптимизации, управления, принятия решений и обработки информации».

В связи с вышеизложенным, автор диссертационной работы Кожухин И.В. заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.01 – Системный анализ, управление и обработка информации (в промышленности).

Официальный оппонент: кандидат технических наук, доцент,
доцент кафедры «Компьютерные системы автоматизации производства»
ФГБОУ ВО «Московский государственный технический университет им.
Н.Э.Баумана (национальный исследовательский университет)

Тарасов Валерий Борисович

почтовый адрес: 105005, г. Москва,
2-я Бауманская ул., д.5, с.1.
Телефон: (499)-2636391,
электронная почта: bauman@bmstu.ru

